

Japanese Patent Application Laid-Open No. 07-250397

(43) Publication Date: September 26, 1995

(21) Application Number: Japanese Patent Application No.

06-38152

(22) Filing Date: March 9, 1994

(71) Applicant: 000004226

Nippon Telegraph and Telephone Corporation

(72) Inventor: Masashi Tanaka

(72) Inventor: Yoichi Haneda

(72) Inventor: Shoji Makino

[0004] An estimation value of an impulse response between a speaker and a microphone output by an impulse response estimating portion 11 is updated on the basis of a signal input to the speaker and a residual echo signal output by a subtracter 15. However, since the update is executed in proportion to a magnitude of the residual echo signal, the residual echo signal is apparently increased if a near end voice exists, so that the impulse response is updated more than necessary. As a result, the estimated impulse response is disturbed, thereby increasing the echo and causing a howling. Further, if an output of the speaker is small, a ratio between the echo received by the microphone and a noise or the near end voice becomes small, so that it is impossible to well estimate the impulse response. Accordingly, when the

output of the speaker is small, or when the near end voice exists while the output of the speaker is large, that is, a double talk state is generated, it is necessary to stop the update of the impulse response.

[0015] A description will be next given of a second embodiment for estimating the number of the sound source. A sound wave coming from a certain sound source depends upon a position of the sound source or a direction seen from a microphone array, and an arrival time is different in accordance with the microphone constituting the microphone array. Accordingly, an amplitude difference and a phase difference are generated between the signals received by the microphone. The amplitude difference and the phase difference are unique for the position and the direction of the sound source. In the case that the sound received by the microphone array is expressed as a vector, the vector always has the same direction as a vector constituted by the phase difference and the amplitude difference. In the case that a plurality of sound sources exist, the sound received by the microphone can be considered as an overlap of the sound waves from the respective sound sources. In the case of constructing a correlation matrix and a covariance matrix between the signals received by the microphone array 24, a vector space (referred to as a unique space) having the unique vector equals

to a space having the vector constituted by the amplitude difference and the phase difference which are unique for the sound source. Accordingly, the number of the sound source can be estimated by knowing the number of the unique vector, that is, a rank of the matrix or the number of the unique value.

[0016]

In the case of utilizing this matter, if the number of the sound source is equal to or more than two at a time when the output is generated from the speaker, it can be determined that the double talk state in which the near end voice exists in addition to the speaker is generated. Further, a description will be given of a third embodiment for estimating the direction or the position of the sound source. As is described of the second embodiment, the unique space of the correlation matrix and the covariance matrix equals to the space having the vector constituted by the amplitude difference and the phase difference which are unique for the sound source. It is possible to analyze by what kind of amplitude difference and phase difference the vector is necessarily constituted in order to construct the unique space. Since the amplitude difference and the phase difference correspond to the position and the direction of the sound source, it is possible to estimate the direction and the position of the sound source by analyzing the correlation matrix and the covariance matrix. In the case of utilizing this method, when it is estimated that the signal is generated from the other

positions than the position of the speaker, it can be determined that the near end voice exists. The position of the speaker is determined at a time when an elimination of the echo is well executed, and is stored.

Fig. 2

1: IMPULSE RESPONSE ESTIMATING PORTION

2: CONVOLUTION PORTION

3: DOUBLE TALK DETERMINING PORTION

4: ANALYZING PORTION

5: CORRELATION COMPUTING PORTION

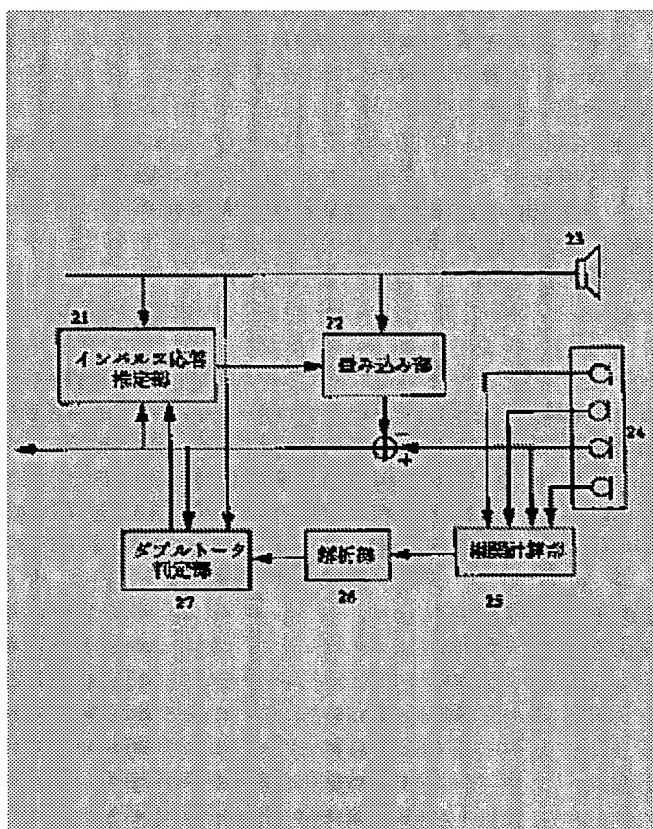
## ECHO CANCELLATION METHOD AND EQUIPMENT EMBODYING THIS METHOD

Patent number: JP7250397  
Publication date: 1995-09-26  
Inventor: TANAKA MASAFUMI; HANEDA YOICHI; MAKINO SHOJI  
Applicant: NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE  
Classification:  
- international: H04R3/02; H04B3/20; H04M1/60  
- european:  
Application number: JP19940038152 19940309  
Priority number(s): JP19940038152 19940309

### Abstract of JP7250397

**PURPOSE:** To improve the sound quality by calculating correlation or covariance between received sound signals and detecting a double talk state based on the value.

**CONSTITUTION:** A correlation calculation section 25 calculates the correlation or the covariance of sound signals received by a microphone array 24 and a double talk discrimination section 27 detects a double talk state based on information and other signal obtained by an analysis section 26. The correlation or the covariance depends on a state that a sound source consists of a speaker 23 only or a double talk state having a near end sound. A set of the correlation and the covariance is considered as one pattern and the pattern is compared with a pattern of the correlation and co-variance in the non-double talk state to detect the double talk state. The correlation and the covariance in the non-double talk state only with a speaker output are obtained when an echo is cancelled in an excellent way. The technology for pattern identification is utilized for the comparison of the pattern of the correlation and the covariance. The pattern identification technology is utilized for the comparison of the pattern of the correlation and the covariance. Thus, the detection time is reduced and the disturbance of an impulse response estimate is reduced to improve the sound quality.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-250397

(43) 公開日 平成7年(1995)9月26日

|                           |      |         |     |        |
|---------------------------|------|---------|-----|--------|
| (51) Int.Cl. <sup>6</sup> | 識別記号 | 庁内整理番号  | F I | 技術表示箇所 |
| H 0 4 R 3/02              |      |         |     |        |
| H 0 4 B 3/20              |      | 4229-5K |     |        |
| H 0 4 M 1/60              |      | C       |     |        |

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平6-38152

(22) 出願日 平成6年(1994)3月9日

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号

(72) 発明者 田中 雅史

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72) 発明者 羽田 陽一

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72) 発明者 牧野 昭二

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(74) 代理人 弁理士 草野 卓

(54) 【発明の名称】 反響消去方法およびこの方法を実施する装置

(57) 【要約】

【目的】 スピーカと近端話者とを個別の音源として捉えることにより信頼性の高いダブルトーク状態の検出をすることができる反響消去方法およびこの方法を実施する装置を提供する。

【構成】 反響路への送出信号と送出信号が反響路を経由した後の反響信号とから擬似反響路22を生成し、送出信号を擬似反響路22の入力とすることにより得られる擬似反響信号を反響信号から差し引くことにより反響信号を消去する反響消去方法において、マイクロホンアレイ24により受音した信号間の相関或は共分散を計算し、相関或は共分散の値に基づいてダブルトーク状態であるか否かを判定する反響消去方法およびこの方法を実施する装置。

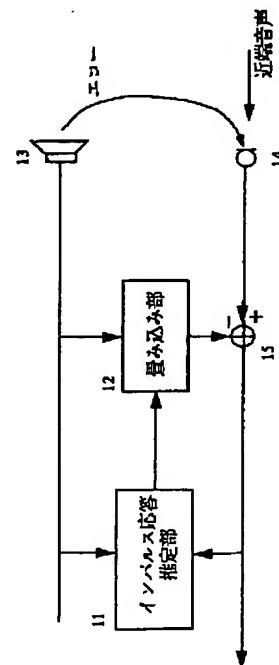


図1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 反響路への送出信号と送出信号が反響路を経由した後の反響信号とから擬似反響路を生成し、送出信号を擬似反響路の入力とすることにより得られる擬似反響信号を反響信号から差し引くことにより反響信号を消去する反響消去方法において、マイクロホンアレイにより受音した信号間の相関或は共分散を計算し、相関或は共分散の値に基づいてダブルトーク状態であるか否かを判定することを特徴とする反響消去方法。

【請求項 2】 請求項 1 に記載される反響消去方法において、ダブルトーク状態の判定は相関或は共分散の値の組をパターンと見て、これと非ダブルトーク状態におけるパターンとを比較することにより行なうものであることを特徴とする反響消去方法。

【請求項 3】 請求項 1 に記載される反響消去方法において、ダブルトーク状態の判定は相関或は共分散の値に基づいてマイクロホンアレイにより受音した信号間の相関行列或は共分散行列を構成し、行列のランク或は固有値の数を求めることにより行なうものであることを特徴とする反響消去方法。

【請求項 4】 請求項 1 に記載される反響消去方法において、ダブルトーク状態の判定は相関或は共分散の値に基づいて音源方向或は位置を求めることにより行なうものであることを特徴とする反響消去方法。

【請求項 5】 請求項 1 に記載される反響消去装置において、ダブルトーク判定は相関或は共分散の値の組をパターンと見てこれと非ダブルトーク状態におけるパターンとを比較し、相関或は共分散の値に基づいてマイクロホンアレイにより受音した信号間の相関行列或は共分散行列を構成して行列のランク或は固有値の数を求めると共に音源方向或は位置を求めることにより行なうものであることを特徴とする反響消去方法。

【請求項 6】 反響路への送出信号と送出信号が反響路を経由した後の反響信号とから擬似反響路を生成し、送出信号を擬似反響路の入力とすることにより得られる擬似反響信号を反響信号から差し引くことにより反響信号を消去する反響消去装置において、マイクロホンアレイにより受音した信号間の相関或は共分散を計算する相関計算部を具備し、相関或は共分散の値に基づいてダブルトーク状態であるか否かを判定するダブルトーク判定部を具備することを有することを特徴とする反響消去装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、反響消去方法およびこの方法を実施する装置に関し、特に、拡声型通話装置或は 2 線 4 線変換式通話装置におけるハウリングの原因および聴覚上の障害となる反響或は回線反響を消去する反響消去方法およびこの方法を実施する装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来例を図 2 を参照して説明する。拡声型の通話装置における端末装置には反響を消去する反響消去技術が使用されている。そして、同様の反響消去技術は 2 線 4 線変換式通話装置においてハイブリッド経路により回り込む回線反響を消去する技術としても使用されている。

【0003】 図 2 は拡声型の通話装置における端末装置を説明する図であり、11 はインパルス応答推定部、12 は擬似反響路である畳み込み部、13 はスピーカ、14 はマイクロホン、15 は減算器である。インパルス応答推定部 11 はスピーカ 13 からマイクロホン 14 までの反響路のインパルス応答を推定する。畳み込み部 12 はスピーカへの入力と推定されたインパルス応答を畳み込み、疑似反響信号を生成する。減算器 15 はスピーカからマイクロホンに回り込んだ反響信号から疑似反響信号を差し引く。

【0004】 インパルス応答推定部 11 の出力するスピーカとマイクロホンとの間のインパルス応答の推定値は、スピーカに入力される信号と減算器 15 の出力する残留反響信号とに基づいて更新される。ところが、この更新は残留反響信号の大きさに比例して行われるので、近端音声があると残留反響信号が見かけ上増加し、インパルス応答が必要以上に更新される。その結果、推定されていたインパルス応答が乱されることとなり、これは反響を増加せしめると共に、ハウリングの原因ともなる。そして、スピーカの出力が小さいときは、マイクロホンの受音する反響と雑音或は近端音声の比が小さくなり、インパルス応答の推定は良好には行えなくなる。そのために、スピーカの出力が小さい時、或はスピーカの出力が大きくても近端音声がある時、即ちダブルトーク状態にある時は、インパルス応答の更新を停止する必要がある。

【0005】 従来、インパルス応答の更新を停止するか否かは、スピーカの入力信号のパワーから入力信号の有無を判断し、マイクロホンの受音信号のパワーから近端音声の有無を判断する方法が使用されている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 マイクロホンの受音信号のパワーから近端音声の有無を判断する従来の反響消去方法およびこの方法を実施する装置においては、スピーカ・マイクロホン間の利得が常に高精度に求められている必要がある。しかし、実際は、スピーカ・マイクロホン間の利得は、スピーカ・マイクロホンの配置の変化、インパルス応答の変化につれて変化するところから、ダブルトーク状態の判断は困難である。

【0007】 そして、音声の様に時間的に振幅の変化が激しい信号は、パワーを求める時間区間を短くするとパワーのばらつきが大きくなり、ダブルトーク状態を誤検出する。この誤検出を解消するにはパワーを求める時間区間を長くする必要があるのであるが、そうすると今度



はダブルトーク状態の検出が遅れることとなり、これに起因してインパルス応答の推定値が乱れることになる。

【0008】この発明は、上述の通りの問題を解消した反響消去方法およびこの方法を実施する装置を提供するものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】反響路への送出信号と送出信号が反響路を経由した後の反響信号とから擬似反響路を生成し、送出信号を擬似反響路の入力とすることにより得られる擬似反響信号を反響信号から差し引くことにより反響信号を消去する反響消去方法において、マイクロホンアレイにより受音した信号間の相関或は共分散を計算し、相関或は共分散の値に基づいてダブルトーク状態であるか否かを判定する反響消去方法を構成した。

【0010】上述の反響消去方法において、ダブルトーク状態の判定は相関或は共分散の値の組をパターンと見て、これと非ダブルトーク状態におけるパターンとを比較することにより行なうものである反響消去方法を構成した。そして、ダブルトーク状態の判定は相関或は共分散の値に基づいてマイクロホンアレイにより受音した信号間の相関行列或は共分散行列を構成し、行列のランク或は固有値の数を求めることにより行なうものである反響消去方法を構成した。また、ダブルトーク状態の判定は相関或は共分散の値に基づいて音源方向或は位置を求めることにより行なうものである反響消去方法を構成した。更に、ダブルトーク判定は相関或は共分散の値の組をパターンと見てこれと非ダブルトーク状態におけるパターンとを比較し、相関或は共分散の値に基づいてマイクロホンアレイにより受音した信号間の相関行列或は共分散行列を構成して行列のランク或は固有値の数を求めると共に音源方向或は位置を求めることにより行なうものである反響消去方法を構成した。

【0011】そして、反響路への送出信号と送出信号が反響路を経由した後の反響信号とから擬似反響路12を生成し、送出信号を擬似反響路12の入力とすることにより得られる擬似反響信号を反響信号から差し引くことにより反響信号を消去する反響消去装置において、マイクロホンアレイ24により受音した信号間の相関或は共分散を計算する相関計算部25を具備し、相関或は共分散の値に基づいてダブルトーク状態であるか否かを判定するダブルトーク判定部27を具備する反響消去装置をも構成した。

【0012】

【実施例】この発明の実施例を図1を参照して説明する。21はインパルス応答推定部、22は擬似反響路である畳み込み部、23はスピーカ、24はマイクロホンアレイ、25は相関計算部、26は解析部、27はダブルトーク判定部である。これらにより構成されるこの発明の反響消去装置はマイクロホンアレイ24により受音した複数の信号をダブルトークの検出に利用する構成、

即ち相関計算部25、解析部26、ダブルトーク判定部27を具備するところをその特徴とするものである。相関計算部25は、マイクロホンアレイ24により受音された信号の特定の周波数帯域、或は全周波数帯域について、相関、共分散を計算する。これらの値に基づいて相関行列、共分散行列を構成すると、マイクロホンアレイ24がM個のときは $M \times M$ の行列になる。解析部26は相関、共分散からダブルトーク検出に有効な情報を求める。ダブルトーク判定部27は、解析部26により求められた情報とその他の信号とに基づいてダブルトーク状態であるか否かを判定する。

【0013】以下、この発明の実施例を更に詳細に説明する。先ず、非ダブルトーク状態の時の相関、共分散と比較する実施例について説明する。近端音声が存在しない非ダブルトーク状態の場合、マイクロホンアレイ24の内のスピーカ23に近いマイクロホンの受音パワーはスピーカ23から遠いマイクロホンの受音パワーと比較して大きい。これに対して、近端音声が存在する場合は近端話者に近いマイクロホンのパワーが増加する。この様に、相関、共分散の値は、音源がスピーカのみか、或は近端音声が存在するダブルトーク状態にあるかにより相違する。ここで、相関、共分散の値の組を1つのパターンと考えると、このパターンを音源がスピーカのための非ダブルトーク状態の場合の相関、共分散のパターンと比較することによりダブルトーク状態の検出をすることができる。スピーカ出力のみの非ダブルトーク状態の場合の相関、共分散は反響消去が良好に行なわれている時に求めて記憶しておく。相関、共分散のパターンの比較にはパターン識別の技術を利用する。

【0014】例えば、相関、共分散のパターンを相関、共分散を要素とするベクトル $P$ と表現する。そして、非ダブルトーク状態におけるパターンをベクトル $P_s$ と表し、時刻 $k$ におけるパターンを $P(k)$ と表す。最も簡単なダブルトーク状態の判定の仕方は、 $P_s$ と $P(k)$ の類似度 $S(P_s, P(k))$ を定義し、この類似度がある閾値 $\theta_s$ より小さい場合はダブルトーク状態と判定する仕方である。判定誤りを防止するには、例えば複数の時刻の類似度が閾値 $\theta_s$ 以下である場合にダブルトーク状態であると判定し、或はファジィ理論を採用して曖昧さを持たせて判定する。この他に、様々な判定をすることができる。類似度の定義としては、2つのベクトル $P_s, P(k)$ のなす角度の余弦、ユークリッド距離の逆数、重みつきユークリッド距離の逆数、その他のパターン認識の分野において使用される値を適用することができる。

【0015】次に、音源の個数を推定する第2の実施例について説明する。或る1つの音源から到来する音波は、その音源の位置或はマイクロホンアレイからみた方向に依存し、マイクロホンアレイを構成するマイクロホンごとに到達時間が異なる。このことによりマイクロホ

ンで受信された信号間には振幅差と位相差を生じる。この振幅差と位相差は音源の位置、方向に固有のものであり、マイクロホンアレイで受信した音をベクトルとして表現すると、位相差と振幅差からなるベクトルと常に同じ向きである。複数の音源がある場合は、マイクロホンで受信される音はそれぞれの音源からの音波の重なり合いと考えられる。マイクロホンアレイ 24 で受信した信号間の相関行列、共分散行列を構成すると、その固有ベクトルの張るベクトル空間（これを固有空間という）が、音源に固有な振幅差と位相差からなるベクトルが張る空間と等しくなる。従って、固有ベクトルの数、つまり、行列のランクまたは固有値の数を知ることで音源の数が推定される。

【0016】このことを利用すると、スピーカから出力がある時、音源の個数が2個以上であれば、スピーカ以外に近端音声があるダブルトーク状態であるものと判断される。そして、音源の方向或は位置を推定する第3の実施例について説明する。第2の実施例で説明したように、相関行列、共分散行列の固有空間は音源に固有な振幅差、位相差からなるベクトルが張る空間に等しくなる。固有空間を構成するにはどのような振幅差、位相差からなるベクトルが必要かを解析することができる。振幅差、位相差は音源の位置、方向に対応しているので、相関行列、共分散行列を解析することにより、音源の方向、位置を推定することが可能である。この手法を利用すると、スピーカの位置以外から信号があると推定される時は近端音声があると判断することができる。スピーカの位置は、反響の消去が良好に行なわれているときに求めて記憶しておく。

【0017】なお、第2、3の実施例で利用した音源の

個数、方向、位置を推定する手法は、アンテナ、ソナーの分野の解説書により詳細な説明があるので参考文献を挙げておく。

〔1〕越川：“ビームフォーミングの主要なアルゴリズムと方式例について”日本音響学会誌45巻10号，p p. 815-822（1989-10）

〔2〕S.U.Pillai：Array Signal Processing, (Springer-Verlag, 1988)

【0018】

- 10 【発明の効果】以上の通りであって、この発明は、1つの受信信号のみを利用する従来例によっては不可能であったスピーカと近端話者とを個別の音源として捉えることができるに到り、信頼度の高いダブルトーク状態の検出をすることができることとなった。そして、この発明において利用する相関或は共分散から得られる情報は、音声の振幅の変化に依らないので、ダブルトーク状態を検出するに要する時間を短くすることができると共に、推定されているインパルス応答の推定値の乱れを小さくすることができる。従って、通話品質は改善される。

- 20 【図面の簡単な説明】

【図1】実施例を説明する図。

【図2】従来例を説明する図。

【符号の説明】

- 21 インパルス応答推定部  
22 擬似反響路である畳み込み部  
23 スピーカ  
24 マイクロホンアレイ  
25 相関計算部  
26 解析部  
30 27 ダブルトーク判定部

【図1】

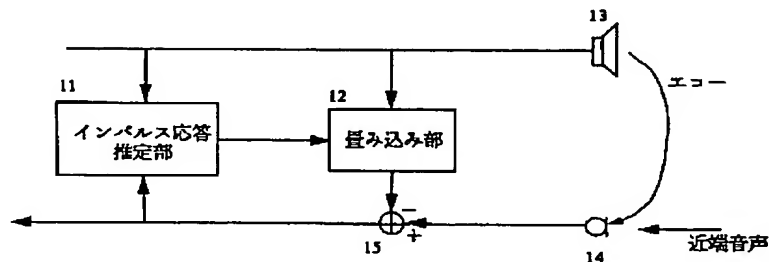


図1

